

Anorganické látky

s - prvky

p - prvky

Ing. Zuzana Honzajková, Ph.D.



**VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE**

PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

	ns		(n - 2)f		(n - 1)d						np							
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
b	I. A	II. A	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A			I. B	II. B	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B
c	I. A	II. A	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII.			I. B	II. B	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A

1	1,008 2,16 1 H VODÍK Hydrogenium -I, I	2	6,94 9,01 4 Li LITHIUM Lithium I	3	9,01 24,31 9 Be BERYLLIUM Beryllium II	4	22,99 24,31 12 Na SODÍK Natrium I	5	23,89 24,31 10 Mg HOŘČÍK Magnesium II																										
2	39,10 40,08 20 Ca VÁPŇÍK Calcium II	6	44,96 47,88 21 Sc SKANDIUM Scandium III	7	47,88 50,94 22 Ti TITAN Titanium II, III, IV	8	50,94 52,00 23 V VANAD Vanadium II, III, IV, V	9	52,00 54,94 24 Cr CHROM Chromium II, III, IV, V, VI	10	54,94 55,85 25 Mn MANGAN Manganese II, III, IV, V, VI, VII	11	55,85 58,93 26 Fe ŽELEZO Ferrum II, III, IV	12	58,93 58,93 27 Co KOBALT Cobaltum II, III	13	58,93 63,55 28 Ni NIKEL Nickelium II, III, IV	14	63,55 65,38 29 Cu MĚď Cuprum I, II, III	15	65,38 69,72 30 Zn ZINEK Zincum II	16	69,72 72,59 31 Ga GALLIUM Gallium III	17	72,59 74,82 32 Ge GERMANIUM Germanium II, III, IV	18	74,82 78,96 33 As ARZEN Arsenicum III, IV, V	19	78,96 79,80 34 Se SELEN Selenium IV, VI	20	79,80 83,80 35 Br BROM Bromum -I, I, III, IV, V	21	83,80 85,47 36 Kr KRYPTON Krypton 0		
3	85,47 87,62 37 Rb RUBIDIUM Rubidium I	4	87,62 88,91 38 Sr STRONCIUM Strontium II	5	88,91 90,91 39 Y YTTRIUM Yttrium III	6	90,91 91,22 40 Zr ZIRKONIUM Zirconium IV	7	91,22 92,91 41 Nb NIOB Niobium III, IV, V	8	92,91 95,94 42 Mo MOLYBDEN Molybdenum II, III, IV, V, VI	9	95,94 97,91 43 Tc TECHNECIUM Technetium IV, V, VI, VII	10	97,91 101,07 44 Ru RUTHENIUM Ruthenium II, III, IV, V, VI, VII	11	101,07 102,91 45 Rh RHODIUM Rhodium I, II, III, IV	12	102,91 106,42 46 Pd PALLADIUM Palladium II, III, IV	13	106,42 107,87 47 Ag STRĚBRO Argentum I, II	14	107,87 112,41 48 Cd KADMIUM Cadmium II	15	112,41 114,82 49 In INDIUM Indium I, II, III	16	114,82 118,69 50 Sn CÍN Stannum II, III, IV	17	118,69 121,75 51 Sb ANTIMON Antimonium III, IV, V	18	121,75 127,60 52 Te TELLUR Tellurium -II, IV, VI	19	127,60 126,90 53 I JÓD Iodum -I, I, III, V, VII	20	126,90 131,30 54 Xe XENON Xenon 0
4	132,91 137,34 55 Cs CESIUM Caesium I	2	137,34 138,91 56 Ba BARIUM Barium II	3	138,91 140,91 57 La LANTHAN Lanthanum III	4	140,91 178,49 72 Hf HAFNIUM Hafnium IV	5	178,49 180,95 73 Ta TANTAL Tantalum V	6	180,95 183,85 74 W WOLFRAM Wolframium II, III, IV, V, VI	7	183,85 186,21 75 Re RHENIUM Rhenium II, III, IV, V, VI, VII	8	186,21 190,20 76 Os OSMIUM Osmium II, III, IV, V, VI, VII	9	190,20 192,22 77 Ir IRIDIUM Iridium I, II, III, IV, V, VI	10	192,22 196,08 78 Pt PLATINA Platinum II, III, IV, V, VI	11	196,08 196,97 79 Au ZLATO Aurum I, II, III	12	196,97 200,59 80 Hg RTUť Hydrargyrum I, II	13	200,59 204,37 81 Tl THALLIUM Thallium I, III	14	204,37 207,20 82 Pb OLOVO Plumbum II, IV	15	207,20 208,98 83 Bi BISMUT Bismuthum III, V	16	208,98 209 84 Po POLONIUM Polonium -II, IV, VI, VII	17	209 210 85 At ASTAT Astatium -I, I, III, V, VII	18	210 222 86 Rn RADON Radon 0
5	223 226,03 87 Fr FRANCIUM Francium I	6	226,03 227,03 88 Ra RADIUM Radium II	7	227,03 227,03 89 Ac AKTINIUM Actinium III	8	227,03 261 104 Rf RUTHERFORDIUM Rutherfordium IV	9	261 262 105 Db DUBNIUM Dubnium V	10	262 263 106 Sg SEABORGIUM Seaborgium VI	11	263 264 107 Bh BOHRIUM Bohrium VII	12	264 265 108 Hs HASLIUM Hassium VIII	13	265 266 109 Mt MEITNERIUM Meitnerium IX	14	266 271 110 Ds DARMSTADTIUM Darmstadtium X	15	271 272 111 Rg ROENTGENIUM Roentgenium XI	16	272 277 112 Uub UNUBIUM Ununbium XII	17	277 284 113 Uut UNUNTRIUM Ununtrium XIII	18	284 285 114 Uuq UNUNQUADIUM Ununquadium XIV	19	285 286 115 Uup UNUNPENTIUM Ununpentium XV	20	286 289 116 Uuh UNUNHEXIUM Ununhexium XVI	21	289 291 117 (Uus) UNUNSEPTIUM Ununseptium XVII	22	291 293 118 (Uuo) UNUNOCTIUM Ununoctium XVIII

relativní atomová hmotnost

(210)

elektronegativita

2,2

protonové číslo

85

značka (symbol)

At

český název prvku

ASTAT

latinský název prvku

Astatium

radioaktivní prvky



oxidační čísla
(běžná oxidační čísla jsou vyznačena tučně)

-I, I, III, V, VII

a IUPAC 1988

b IUPAC 1970

c CAS 1986 (Chemical Abstracts Service)

10,81	2,012	12,01	2,614	14,01	3,0	16,00	3,5	18,99	3,9	20,18							
5 B BOR Bor III	6 C UHLÍK Carbonum II, III, IV	7 N DUSÍK Nitrogenum -III, I, II, III, IV, V	8 O KYSLÍK Oxygenum -II	9 F FLUOR Fluorum -I	10 Ne NEON Neon												
26,98	1,5	28,09	1,9	30,97	2,1	32,06	2,6	35,45	3,1	39,95							
13 Al HLINÍK Aluminium III	14 Si KŘEMÍK Silicium -IV, IV	15 P FOSFOR Phosphorus -III, III, IV, V	16 S SIŘA Sulphur -II, IV, VI	17 Cl CHLOR Chlorum -I, I, III, IV, V, VI, VII	18 Ar ARGON Argon												
69,72	1,6	72,59	2,0	74,82	2,1	78,96	2,4	79,80	2,9	83,80							
31 Ga GALLIUM Gallium III	32 Ge GERMANIUM Germanium -IV, II, IV	33 As ARZEN Arsenicum -III, III, V	34 Se SELEN Selenium -II, IV, VI	35 Br BROM Bromum -I, I, III, IV, V, VI	36 Kr KRYPTON Krypton												
114,82	1,7	118,69	1,9	121,75	2,1	127,60	2,1	126,90	2,6	131,30							
49 In INDIUM Indium I, III	50 Sn CÍN Stannum -II, II, IV	51 Sb ANTIMON Antimonium -III, III, V	52 Te TELLUR Tellurium -II, IV, VI	53 I JÓD Iodum -I, I, III, V, VII	54 Xe XENON Xenon												
204,37	1,9	207,20	1,8	208,98	1,8	(209)	2,0	(210)	2,2	(222)							
81 Tl THALLIUM Thallium I, III	82 Pb OLOVO Plumbum II, IV	83 Bi BISMUT Bismuthum III, V	84 Po POLONIUM Polonium -II, IV, VI, VII	85 At ASTAT Astatium -I, I, III, V, VII	86 Rn RADON Radon												
(223)	0,7	226,03	0,9	227,03	1,1	(261)	(262)	(263)	(264)	(265)							
87 Fr FRANCIUM Francium I	88 Ra RADIUM Radium II	89 Ac AKTINIUM Actinium III	104 Rf RUTHERFORDIUM Rutherfordium IV	105 Db DUBNIUM Dubnium V	106 Sg SEABORGIUM Seaborgium VI	107 Bh BOHRIUM Bohrium VII	108 Hs HASLIUM Hassium VIII	109 Mt MEITNERIUM Meitnerium IX	110 Ds DARMSTADTIUM Darmstadtium X	111 Rg ROENTGENIUM Roentgenium XI	112 Uub UNUBIUM Ununbium XII	113 Uut UNUNTRIUM Ununtrium XIII	114 Uuq UNUNQUADIUM Ununquadium XIV	115 Uup UNUNPENTIUM Ununpentium XV	116 Uuh UNUNHEXIUM Ununhexium XVI	117 (Uus) UNUNSEPTIUM Ununseptium XVII	118 (Uuo) UNUNOCTIUM Ununoctium XVIII

relativní atomová hmotnost ← (210) → elektronegativita 2,2

protonové číslo ← **85** → značka (symbol) **At**

český název prvku ← **ASTAT**

latinský název prvku ← **Astatium**

radioaktivní prvky ← → oxidační čísla (blízká oxidační čísla jsou vyznačena tučně) -I, I, III, V, VII

(a) IUPAC 1988 (b) IUPAC 1970
(c) CAS 1986 (Chemical Abstracts Service)

- alkalické kovy
- kovy alkalických zemin
- triada železa
- platinové kovy
- chalkogeny
- halogeny
- vzácné plyny

58 140,12 Ce CER Cerium II, III, IV	59 140,91 Pr PRASEODYM Praseodymium II, III, IV	60 144,24 Nd NEODYM Neodymium II, III	61 145 Pm PROMETHIUM Promethium III	62 150,4 Sm SAMARIUM Samarium II, III	63 151,96 Eu EUROPIUM Europium II, III	64 157,25 Gd GADOLINIUM Gadolinium II, III, IV	65 158,93 Tb TERBIUM Terbium II, III, IV	66 162,50 Dy DYSPROSIUM Dysprosium II, III	67 164,93 Ho HOLMIUM Holmium II, III	68 167,26 Er ERBIIUM Erbium II, III	69 168,93 Tm THULIUM Thulium II, III	70 173,04 Yb YTTERIUM Ytterbium II, III	71 174,97 Lu LUTECIUM Lutetium II, III
90 232,04 Th THORIUM Thorium II, III, IV	91 231,04 Pa PROTAKTINIUM Protactinium III, IV, V	92 238,03 U URAN Uranium III, IV, V, VI	93 237,05 Np NEPTUNIUM Neptunium III, IV, V, VI	94 239,05 Pu PLUTONIUM Plutonium III, IV, V, VI	95 241,06 Am AMERICIUM Americium III, IV	96 244,06 Cm CURIUM Curium II, III, IV	97 249,08 Bk BERKELIUM Berkelium II, III, IV	98 252,08 Cf KALIFORNIUM Californium II, III, IV	99 253,09 Es EINSTEINIUM Einsteinium II, III, IV	100 257,10 Fm FERMIUM Fermium II, III, IV	101 259,10 Md MEISENERIUM Meitnerium II, III, IV	102 259,10 No NOBELIUM Nobelium II, III, IV	103 259,10 Lr LAWRENCIUM Lawrencium II, III, IV

skupenství
prvku
(při 20 °C)
pevné
kapalné
plynné

Sodík a draslík

Na (lat. **Natrium**), nejběžnějším prvkem z řady alkalických kovů
K (lat. **Kallium**), alkalický kov, hojně zastoupený v zemské kůře

- ▶ velmi reaktivní, v přírodě se nacházejí pouze ve sloučeninách,
- ▶ Musí být skladovány pod vrstvou bezvodé kapaliny
- ▶ významné biogenní prvky – upravují rovnováhu tekutin v organismu, činnost nervů a svalů



Sodík

- Nízký příjem Na a vysoké ztráty (pocení) vedou ke ztrátě tělesných tekutin - pokles TK, mdloby
- Vysoký příjem působí hromadění tekutin - edémy, hypertenze

Denní dávka potravou by neměla překračovat 4-5 g

NaCl - toxická dávka pro dospělého člověka 200 - 280 g

Na₂SO₄ - „Glauberova sůl“ - je účinné projímadlo

NaOH – silně do hloubky leptá, poškozují kůži, sliznice a zejména oči.

Draslík

Nedostatek i nadbytek postihuje srdce a nervový aparát, hypokalemie i hyperkalemie může vést k zástavě srdce!

Nedostatek draslíku má za následek svalovou ochablost a apatii.

Doporučená denní dávka 3,7 g.

KOH - silně leptá. Leptavé účinky mají i jiné sloučeniny K,

KCl leptavé účinky - při perorálním podání ve vyšších koncentracích poškození sliznice zažívacího traktu

Záměna roztoku CaCl₂ nebo NaCl za **KCl při nitrožilním podání - může nastat okamžitá smrt pacienta!!!**

Cín

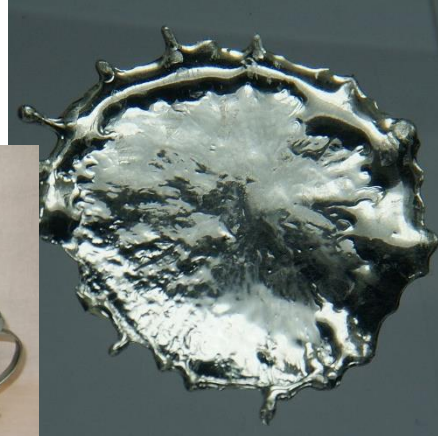
Sn (lat. *Stannum*), kov

výskyt

- ▶ ruda kasiterit (cínovec) - SnO_2

Využití

- ▶ před objevením porcelánu cínové nádoby
- ▶ velmi nízký bod tání 232°C - pájky
- ▶ bronz



Toxicita sloučenin

- **akutní** – podráždění žaludku
- **chronická** – ovlivnění metabolismu Zn a dalších esenciálních prvků – anémie, změny v aktivitě enzymů
- **Stannan (SnH_4), T+, toxičtější než prudce jedovatý AsH_3 .**
- **organické sloučeniny** fenyl- , methyl- cín sloučeniny, trifenylcínhydroxid - **velmi toxické** na rozdíl od anorganických



Lithium



Li, lat. *Lithium*, je nejlehčí z řady alkalických kovů

Nedostatek Li u zvířat se projevuje sníženou plodností.

U lidí s nedostatečným přísunem Li je popisován vyšší výskyt psychiatrických poruch.

Příjem Li z potravy se pohybuje kolem 100 µg/den



Dávky na hranici toxicity (500 mg/d) se používají v psychiatrii k léčení maniodepresivní psychózy - mechanismus účinku není zatím znám.

Při terapeutickém využití je nutný pečlivý monitoring

- Akutní toxicita se projevuje jako letargie, ztížená artikulace, epileptické křeče, cirkulační kolaps, koma
- Chronicky vyšší dávky způsobují poškození ledvin

Hliník

Al (lat. *Aluminium*), velmi lehký kov

výskyt

- ▶ vyskytuje se pouze v mocenství Al^{3+}
- ▶ bauxit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
- ▶ drahé kameny - červený rubín, modrý safír

Využití

- ▶ mince, nádobí, příbory, alobal, okna, elektrorozvody
- slitina dural



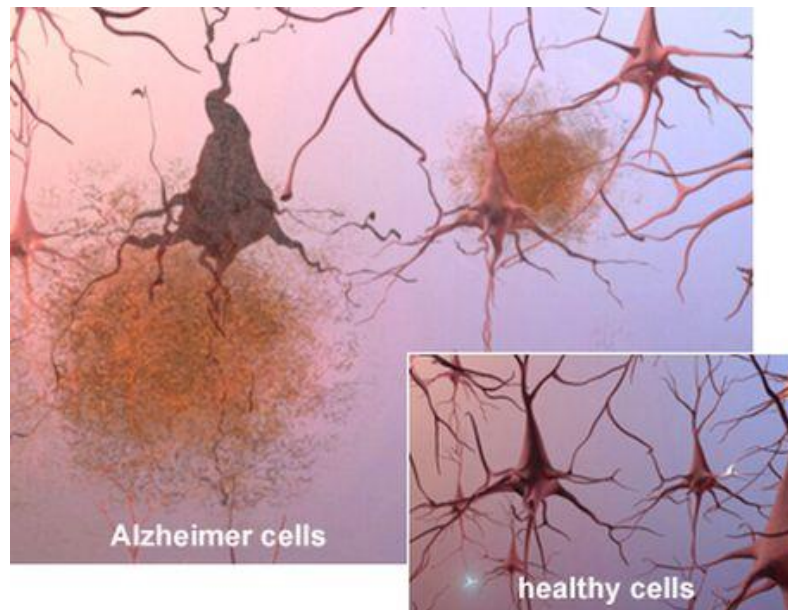
Hliník

Toxicita

- ▶ Alzheimerova choroba - předpoklad nebyl doposud prokázán
- pacienti s Alzheimerovou chorobou - zvýšené koncentrace

Al v mozku

- ▶ Existuje stále více důkazů o vztahu mezi expozicí Al a vznikem AD..... Přesný mechanismus patogeneze AD však dosud není přesně znám. **Obecně přijímaným faktem je neurotoxicita Al** Kawahara M. et al./International Journal of Alzheimer's Disease (2011)



Nežádoucí účinky očkování - hliník jako adjuvant ve vakcínách

Selen

Se (lat. *Selenium*), polokov

výskyt

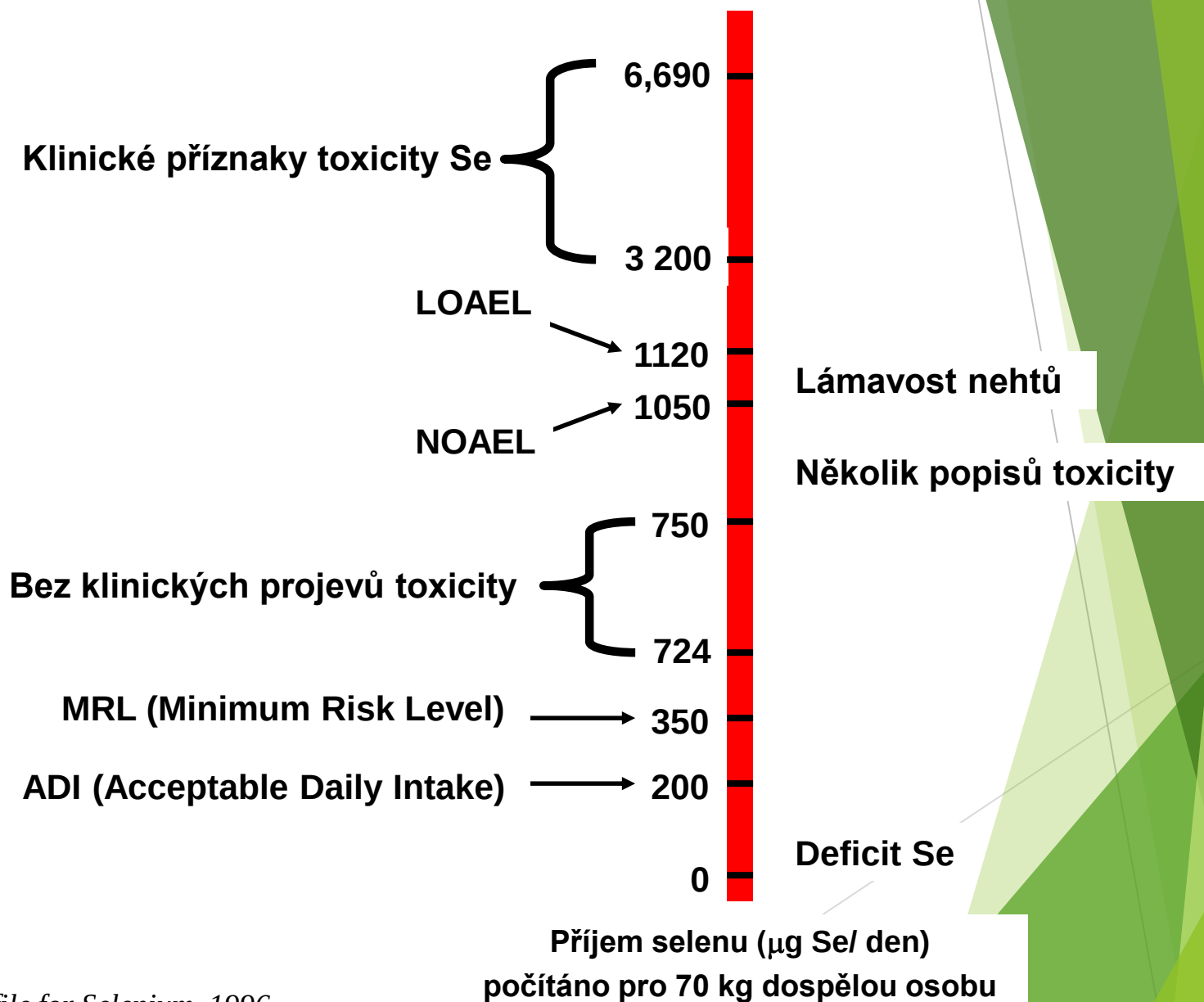
- ▶ Doprovází síru v jejích rudách
- ▶ Ve sloučeninách se vyskytuje v mocenství Se^{2-} , Se^{2+} , Se^{4+} Se^{6+}

využití

- ▶ fotoelektrické články
- ▶ Esenciální prvek



Vliv denního příjmu Se na lidské zdraví



Selen

Toxicita

- **Nedostatek (optimální dávka 60-200 µg denně)**
zvýšuje riziko infarktu myokardu a cévních onemocnění, v těhotenství - nepříznivě působí na vývoj plodu
- nad 900 µg denně - **Chronická selenóza** se projevuje vypadáváním vlasů, kožními puchýřky, poruchy trávení,, změny nehtů a deprese
- akutní otrava se projevuje česnekovým zápachem z úst a potu pro přítomnost dimethylselenidu
- **Vitamínové doplňky - (vit E + selen) zvyšuje riziko rakoviny prostaty**

EA Klein, IM Thompson, CM Tangen, et al. Vitamin E and the Risk of Prostate Cancer: Results of The Selenium and Vitamin E Cancer Prevention Trial (SELECT). JAMA 2011; 306(14) 1549-1556.

Studie SELECT

- ▶ výsledky placebem kontrolovaných pokusů, kterými prošlo více než 35 000 mužů
- ▶ Začátek 2001, 2008 bylo jasné, že pětileté podávání selenu ani vitaminu E, ať již samostatně, nebo v kombinaci, před rakovinou prostaty nechrání
- ▶ 2011 zvýšený výskyt rakoviny prostaty u mužů, kteří brali vit E a u mužů kteří brali multivitamín se selenem, oproti těm co brali jen placebo
- ▶ Mylný předpoklad - pomůže těm, kteří mají v potravě mají málo Se a u těch, kteří ho budou mít dost, doporučená dávka neuškodí.
- ▶ sníženy údaje o optimálních dávkách a přiklonily se k dnes uznávané hodnotě příjmu 60 - 200 mikrogramů selenu denně

Baryum

Ba (lat. *Baryum*), měkký, velmi reaktivní kov

výskyt

- ▶ vyskytuje se pouze v mocenství Ba^{2+} , Baryt

využití

- ▶ síran při těžbě ropy do vrtů
- ▶ síran v omítkách rentgenových pracovišť

toxická

- ▶ dráždí trávicí ústrojí (zvracení, střevní koliky, vnitřní krvácení), nervový systém (třes), dýchací potíže,
- ▶ BaCO_3 - složkou otravných návnad pro hlodavce, zdraví škodlivý
- ▶ BaCl_2 - **toxický T**, (0,8-2 g smrtelná dávka)

Záleží na rozpustnosti solí

- ▶ BaSO_4 - kontrastní látka při vyšetření žaludku a střev
- ▶ První pomoc při otravě baryem - vypít roztok Na_2SO_4 , ionty síranu vytvoří s baryem nerozpustný a tudíž neúčinný BaSO_4 , který se vyloučí z těla



Jod

I (lat. *Iodum*), halogen

výskyt

- ▶ pevná sublimující červenofialová látka
- ▶ vyskytuje pouze ve sloučeninách, nejvíce v mořské vodě, mineralogicky jen v nízkých koncentracích
- ▶ Výroba jodu z mořských řas

Využití

- ▶ V medicíně - desinfekce, fotografický průmysl - jodid stříbrný



Jod

Biogenní prvek

- ▶ obsažen v hormonu štítné žlázy *thyroxinu*, který ovlivňuje především vývoj pohybové soustavy a mozku - nedostatek negativně ovlivňuje inteligenci
→ zvětšení štítné žlázy (endemická struma) vyvoláno nedostatkem jodu - vyvolán tělesný i duševní úpadek
(endemický kreténismus) - dříve zdravotní problémy lidí z horských oblastí, kde je výskyt přírodního jodu omezen (Podkarpatská Rus, Alpy)
- ▶ proto jod přidáván do potravin - např. jodizace kuchyňské soli
- ▶ akceptovatelná je dávka 10 mg jodu/den

Jod

Toxicita

- ▶ **elementární jod** - při styku s kůží těžko hojitelné vředy
inhalace par - dráždivý účinek na plíce
smrtná dávka: **2-4 g jodu**
- **HI** - stejné leptavé účinky jako HCl
- ▶ **jodidy** - chronická otrava - hubnutí, poruchy spánku, ovlivnění srdeční činnosti
- ▶ **jodičnany** - **methemoglobinie**, vyšší toxicita než jodidy, chlorečnany i bromičnany

Chlor

Cl (lat. *chlorum*), halogen

Cl_2 žlutozelený plyn charakteristického zápachu, těžší než vzduch

Výskyt

- ▶ Vyskytuje se pouze ve sloučeninách, největší zásoby chloridů v mořské vodě

Využití - v chemickém průmyslu

Toxicita

Elementární chlor

- ▶ při inhalaci kašel, bolesti na prsou, zvracení, bolest hlavy, edém nebo zánět plic
- ▶ při koncentracích 1-2 ppm lze ještě nepřetržitě pracovat
- ▶ při koncentracích 15-20 ppm je pobyt delší než 30 min nebezpečný
- ▶ při koncentracích nad 30 ppm - nebezpečí edému plic spolu s poškozením sliznic a kůže



Chlor

Toxicita

- ▶ **chlorovodík HCl a jeho kyselina** - silně dráždivý plyn, leptavý, záněty spojivek, zakalení rohovky, chronicky poškozená zubní skloviny, perforace nosní přepážky, lámavost nehtů a vlasů
krátkodobě mohou být tolerovány i *koncentrace několika set ppm* - lidský organismus si na něj velmi dobře zvyká
- ▶ **chloridy** - normální součástí živé hmoty, chloridový aniont hlavní součást mezibuněčné tekutiny
- ▶ **ClO_2** - pro výrobu papíru, bělení celulózy,
vysoce toxický T+ , v nižších koncentracích poškozuje rohovku
- ▶ **chlореčnany** - při styku s organickými látkami výbušné směsi dráždí kůži a sliznice, edém plic, podání perorální - poškození ledvin, křeče, hemolýza, **methemoglobinémie**
 NaClO_3 - totální herbicid Travex, 80 léta

Fluor

F (lat. *Fluorum*) – nekovový prvek, žlutozelený plyn těžší než vzduch

Výskyt

- pouze ve sloučeninách vždy v oxidačním čísle -1
- Nejvýznamnější minerály fluoru jsou kazivec CaF_2 a fluoroapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$

Využití

- jako surovina v chemickém průmyslu
- většího praktického uplatnění než čistý fluor dosahují jeho sloučeniny



Fluor

Toxicita

fluor - dráždí kůži - popáleniny se velmi pomalu hojí, dráždí nosní a oční sliznici

fluorovodík HF - páchnoucí bezbarvý plyn, vodný roztok **kyselina fluorovodíková** - leptají sklo a proto v plastových lahvích, **vysoce toxické T+**

silně leptají - hluboká poleptání i mimo místo kontaktu, bílé skvrny na kůži, **roztoky do 20 %** - závažná poleptání, která se projeví po až 24 hodinovém bezpříznakovém období



Smrtelné případy - vážná hypokalcémie, expozice 2,5 % povrchu těla fluorovodíku po dobu 12 hodin, dvanáctihodinové expozice 9 % povrchu těla 70% kyselině fluorovodíkové

Fluor

Biologický význam

pro zdravý vývoj zubů a kostí, chrání před zubním kazem

- doporučená dávka **2mg/den**
- **nadbytek škodlivý**
- po 2. sv. válce - fluorování vody –zajištění zdravých zubů novým generacím - dnes **max limit v pitné vodě 1,5mg/l**
- způsobuje fluorozu kostí a zubu (bílé, žluté, černé skvrny)

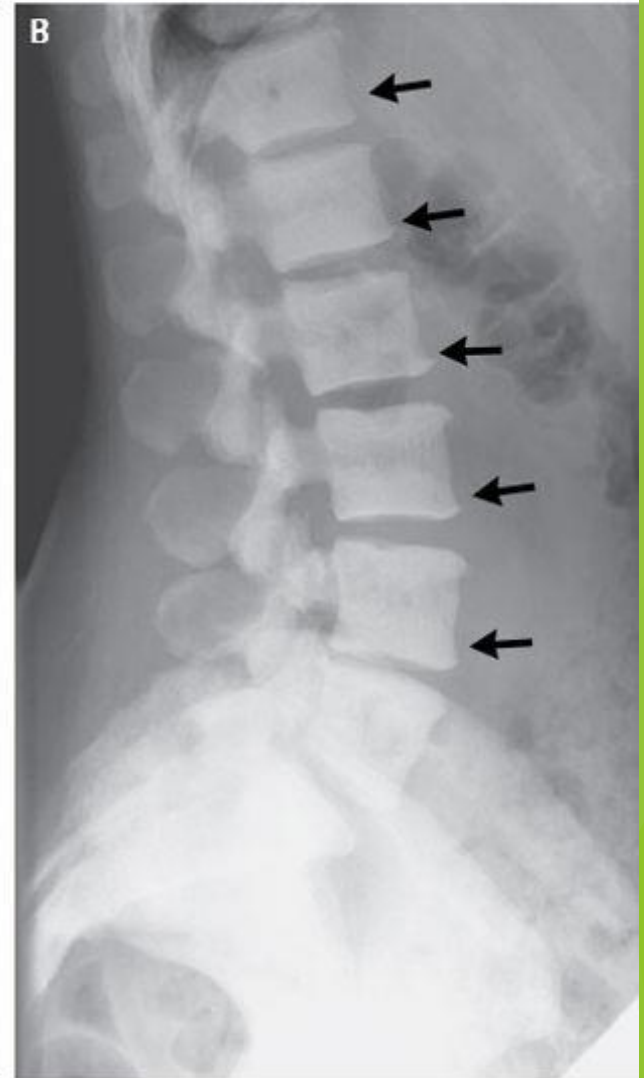


- **fluoridový anion zasahuje do funkce enzymů, neurotoxický**, spolupůsobení s hliníkem – fluorohlinitanové komplexy - usnadňují průnik Al přes hematoencefalickou bariéru

• **snížení IQ u dětí vlivem zvýšeného příjmu fluoru**

Kostní fluoróza

A 47-year-old U.S. woman developed a bone disease after drinking a pitcher of tea a day for 17 years
New England Journal of Medicine ©2013



Brom

Br (lat. *Bromum*), halogen

Výskyt

Br_2 - tmavě červená kapalina, pronikavý zápach, reaktivní a proto se vyskytuje jen ve sloučeninách, v mořské vodě vyrábí se ze zakoncentrované mořské vody - solanky

Využití - Zpomalovače hoření

Toxicita - **Br**, **BBr₃** - vysoce toxické T+

intenzivně dráždivé účinky, kapalný leptá sliznice i kůži, inhalace par krvácení z nosu, utlum CNS

bromičnany - hemolýza, methemoglobin, poškození ledvin a jater, útlum CNS, smrt na selhání ledvin

- **bromované organické sloučeniny** - pesticidy, zpomalovače hoření - negativně ovlivňují imunitu, reprodukční cyklus, narušují hormonální systém, podezření z karcinogenity - některé již zakázány používat

Bor

B (lat. *Borum*), polokov

výskyt

- ▶ Elementární se prakticky nevyskytuje ,
- ▶ jen ve sloučeninách - Borax
- ▶ V mořské vodě 5mg/l
- ▶ V rostlinách +

využití

- ▶ ve sklářství jako přísada do skelných vláken pro vysokou tepelnou odolnost skla
- ▶ glazury v keramice



Bor

Toxicita

- Bor je nezbytný pro metabolismus ostatních minerálních látek, doporučená dávka 2 mg denně
- **kyselina boritá H_3BO_3** a její soli:
pro desinfekci 3% borová voda, prostředek při hubnutí, léčení epilepsie, toxická dávka smrtelná 15 g pro dospělé, 2 g pro děti, **teratogen** i když nemá karcinogenní a mutagenní účinky
- **B_2H_6 diboran, B_5H_9 pentaboran**
mohou se vstřebávat kůží, poškozují ledviny, játra, CNS
- **chlorid, bromid, fluorid boritý** - vysoce toxické T+

Fosfor

P (lat. *Phosphorus*), nekovový prvek

výskyt

- ▶ v přírodě se nevyskytuje volný
- ▶ apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$ ($\text{X} = \text{OH}, \text{F}, \text{Cl}$)

vyskytuje se ve třech modifikacích:

- ▶ **bílý** (nejreaktivnější, na vlhkém vzduchu, světélkuje - fosforescence)
- ▶ **červený** (méně reaktivní, netoxický, nerozpustný ve všech rozpouštědlech), výroba zápalek
- ▶ **černý** (úplně inertní)



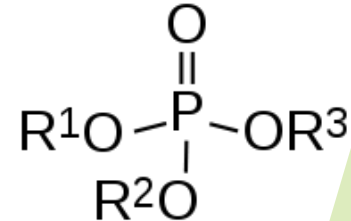
Fosfor

Toxicita

Bílý fosfor - samozápalný - ukládá se pod vodou, na vzduchu samozápalný
destrukce tkání, těžce se hojící popáleniny

Dávka 1 mg/1 kg hmotnosti těla je již smrtelná. **Dříve byly časté otravy zápalkami** (19. století), a proto byla před I. světovou válkou zakázána výroba zápalek obsahujících bílý fosfor

- ▶ **Chlorid fosforečný PCl_5** - vysoce toxický **T+**
- ▶ **PH_3 fosfan** prudce jedovatý, zapáchá rybinou, denaturuje oxyhemoglobin - edem plic, srdeční disfunkce, koma

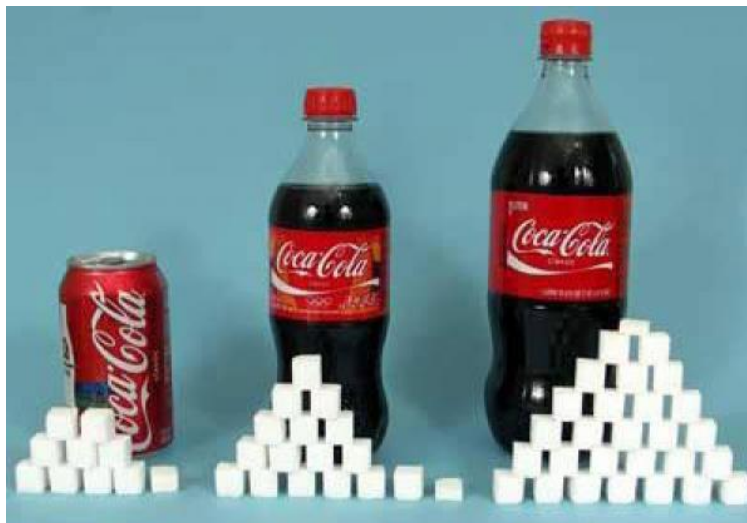


organofosfáty - vysoce toxické, insekticidy, ve válkách jako nervové plyny, do těla pronikají všemi způsoby i kůží, **po 2-3 hod nevratně inhibuje acetylcholinesterázu** (křeče, zvracení, průjemy, smrt následkem křečí průdušek či bránice)

- ▶ první pomoc - atropin, soutěží s acetylcholinem, podání jen do krátké doby, vazba organofosfátů pevná

Kyselina fosforečná

- ▶ Nezbytný zdroj fosforečnanů pro organismus - spolu s vápníkem základní stavební prvek pro zuby, kosti
- ▶ Maximální přípustné množství **70 mg/kg** tělesné hmotnosti
- ▶ Příjem většího množství k. fosforečné způsobuje nadbytek fosforu - dochází ke ztrátě vápníku - osteoporóza



Radon

Rn (lat. *Radonum*), radioaktivní **plyn**

- ▶ *primární zdroj radonu* - ^{238}U v horninách
uranová rozpadová řada - postupně vzniká: ^{238}U , ^{234}Pa , ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn
- ▶ následuje rozpad radonu na jeho dceřiný prvek - ^{218}Po

Toxicita

- ▶ **Poškození DNA** - **vznik rakoviny plic**
doba latence je 10 až 30 let

Výsledky epidemiologických studií :

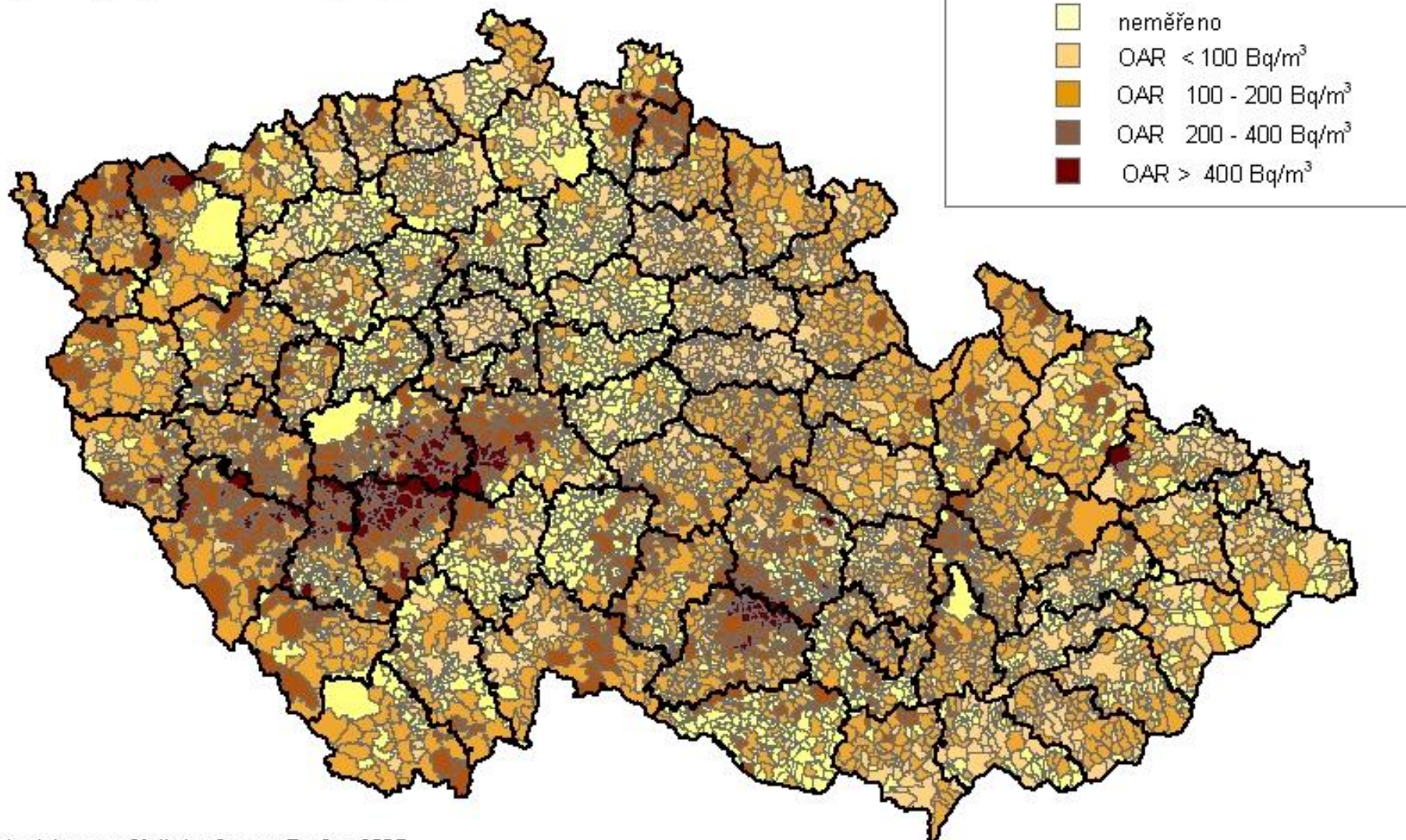
výskyt rakoviny plic je častější u osob, které žily v domech s vyšší koncentrací radonu, již od koncentrace **400 Bq/m³**

při každém zvýšení koncentrace radonu o 100 Bq/m³ zvyšuje riziko rakoviny plic o 16 %.

Naměřené hodnoty Rn v objektech

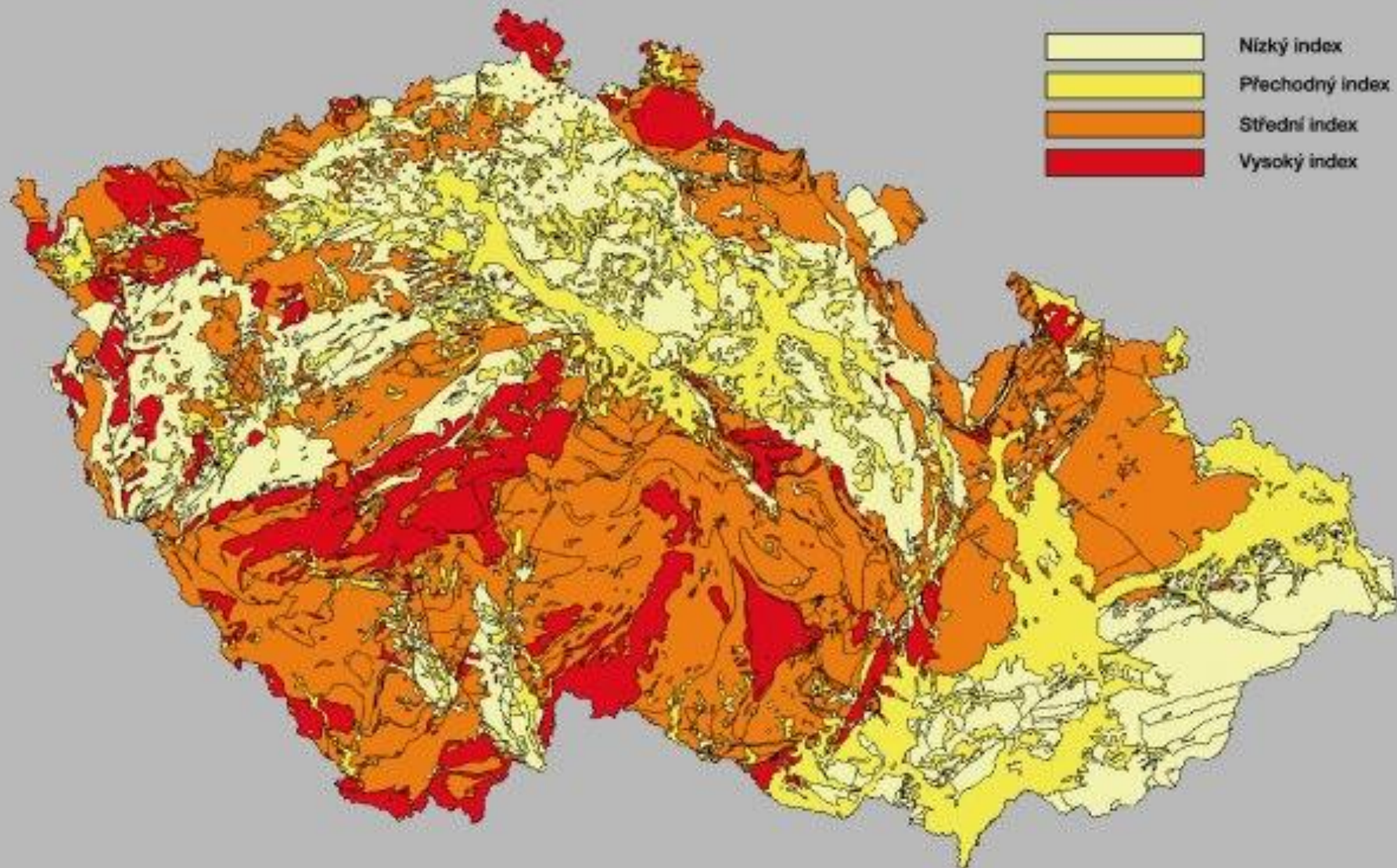
Radonový program ČR

Výsledky vyhledávacího programu - 2007



Výskyt radonu v ČR

Max. přípustná hodnota 200 Bq/m³



Olovo

Pb (lat. *Plumbum*), těžký kov

výskyt

- vyskytuje v mocenství Pb^{2+} a Pb^{4+}
- izotopy olova jsou konečným produktem radioaktivních uranových a thoriové rozpadových řad a obsah olova se v zemské kůře postupně zvyšuje.
- hlavním minerálem a zároveň olověnou rudou je galenit PbS , méně běžnými minerály olova jsou cerussit ($PbCO_3$) a anglesit ($PbSO_4$)

využití

Akumulátory, ochrana před rtg. zářením,

v minulosti - vodovodní rozvody - od r. 2001 zakázáno



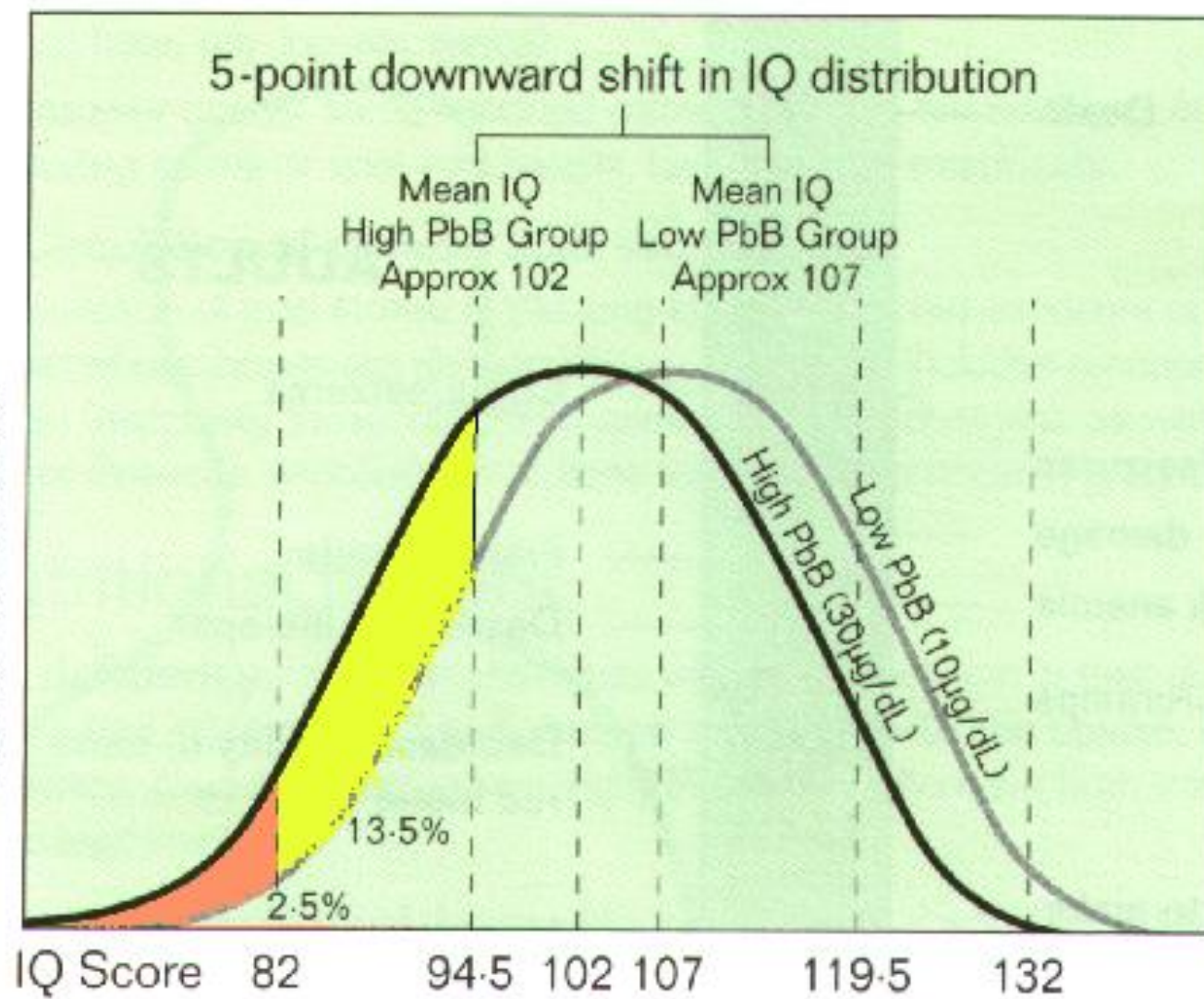
Olovo

Toxicita

Pb patří mezi nejstarší průmyslové jedy - otravy jsou známy z antického Říma (vodovody, nádobí, glazury, pigmenty)

- ▶ **Akutní otrava** - bledost obličeje a rtů („olovnatý lem“), zácpa a nechut' k jídlu, anémie, bolesti hlavy, křeče
- ▶ **Chronický účinek** - ovlivnění červených krvinek, svalstva a cév, zažívacího traktu, ledvin a žláz s vnitřní sekrecí, **neurotoxický, teratogenní**
- ▶ kumulativní jed - váže se na červené krvinky a převážně se ukládá v kostech
- ▶ **Děti - při chronické expozici zpomalení duševního vývoje, snížení IQ**
- ▶ **$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ tetraethylolovo** - dříve jako přísada do benzínu - chronicky psychické poruchy schizoidní povahy, akutně smrt do několika hodin
- ▶ **PbCrO_4 - žlut' chromová, nejtoxičtější anorg. sloučenina Pb**
- ▶ Biologický poločas rozpadu olova - 30 - 50 let

Number of Children



Approx. twice as many children here in High PbB Group (increased from 2.5% to 5.5%)



Approx. twice as many children here in High PbB Group (increased from 13.5% to 25.5%)

NOTE PbB = Lead in blood

C, N, S

- ▶ **NO_x** - Akutní otrava (při koncentracích kolem 90 mg/m³) se zpravidla projeví až po několika hodinách, což zvyšuje riziko vážných následků, čichový práh je ovšem asi 5 ppm.

Toxické projevy závisí silněna poměru oxidu dusnatého a dusičitého v NO_x - Oxid dusičitý má silnější dráždivý účinek, oxid dusnatý má silnější účinek methemoglobinemický

Dusitan sodný

Nažloutlá ve vodě rozpustná látka - uzeniny, cigaretové papírky, pohonné hmoty

NO₂⁻ - 0,5 g dusitanů způsobuje **akutní otravu**, **4g je smrtelná dávka**
- methemoglobinémie

Dusičnany

Pro methemoglobinizující účinek **musejí být nejprve redukovány střevními bakteriemi na dusitany**

Riziko pro kojence kteří mají koliformní bakterie vysoko ve střevě a ještě nemají dostatečně nízké pH v žaludku.

C, N, S

- **Kyanidy** - CN^- , T^+ , inhibice cytochromoxidasy

Smrtelná dávka - HCN 40mg, NaCN , KCN 200mg

- **Azidy** - NaN_3 , KN_3 - T^+ podobná toxicita jako CN^-

- **Oxid uhelnatý** - CO - inhibice přenosu O_2 , karboxyhemoglobin

Při 800 - 1000 mg/m^3 dochází po 20-30 minutách u lidí k lehké otravě (16-20 % karboxyhemoglobinu), po cca 1,5 - 2 hod těžká otrava, úmrtí (70-80% karboxyhemoglobinu)

- **Sulfan** H_2S - inhibice přenosu O_2 , sulfhemoglobin

lze jej rozeznat čichem v nízkých koncentracích, ve vyšších (toxických) koncentracích již nepáchne

200-300 mg/m^3 - pro člověka toxické, pálení očí, bolest hlavy, tlak na prsou

Cca 1000/ m^3 - křeče, dušení

asi 1400 mg/m^3 - prakticky okamžitá smrt zástavou dýchání

Thalium

Tl (lat. *Thallium*), kov
měkký s nízkým bodem tání 304°C

výskyt

- pouze ve formě sloučenin Tl^+ a Tl^{3+}
- v sulfidických rudách mědi, olova a zinku

využití

- v elektronickém průmyslu - polovodiče,
pod 2,39K supravodič



Thalium

Toxicita - vysoce toxické i ve sloučeninách (T+)

Akutní otrava

- ▶ delirium, křeče, hluboké bezvědomí, exitus
- ▶ GI symptomy - dlouhá doba latence (14 h), vnitřní krvácení

Chronická otrava

- ▶ silný depilační účinek, vypadávání vlasů začíná 10 dní po expozici, kompletní ztráta vlasů do 1 měsíce
- ▶ dále pak neurologické symptomy - poruchy spánku, únavnost, slabost

otravy jsou poměrně časté (záměny - úmysl) - jed na krysy (TlCl),
rodenticid a na mravence (Tl_2SO_4) - teratogenní, smrtelná dávka 1g

Arsen



- As (lat. *Arsenicum*) - polokov

výskyt

- ve svých sloučeninách se vyskytuje v mocenství: As^{3-} , As^{3+} a As^{5+}
- nejvýznamnější rudou arsenu je *arsenopyrit* (FeAsS)

využití

- součást speciálních slitin (s olovem a mědí zvyšuje tvrdost)

Toxicita

Akutně - zvracení, průjemy, křeče, ochrnutí, zástava srdce

smrtelná dávka 70-180 mg

- Inaktivuje kolem 200 enzymů (SH skupiny) podílejících v reparaci DNA a energetice buňky

Chronicky - **karcinogenní, mutagenní, teratogenní**

oxid arsenitý As_2O_3 , známý jako *arsenik*, *otrušík*, *utrejch*- silně toxická sloučenina (**T+**), dobře rozpustná ve vodě, smrtelná dávka 70-200 mg

arsan (arsenovodík) AsH_3 - páchne po česneku, výskyt v technickém acetylenu, způsobuje hemolýzu krve, plicní edém, selhání srdce

Arsen

Toxicita

- ▶ Sloučeniny trojmocného jsou akutně toxičtější než pětímocného, arseničné sloučeniny jsou ale karcinogennější - nejčastěji rakovina plic po dlouhé době latence (35 - 45 let), také rakovina kůže
- ▶ kožní projevy intoxikace - **hyperpigmentace** (zmnožení melaninu)
- ▶ organické sloučeniny **pesticidy** (insekticidy, herbicidy, fungicidy) Paris Green (aceto-arsenitan měďnatý),



Od smrtícího jedu k přípravku zachraňujícímu životy -



Na přelomu roku 2016 a 2017 rozšířila EMA indikaci **ATO** pro léčbu první linie u nemocných s APL v kombinaci s ATRA



APL - akutní promyleocytární leukémie

ATRA - kyselina all-trans retinová, možné vyléčit 70-80% nemocných

Léčba:

Antracykliny (cytostatika) - úspěšnost u 60-70% nemocných

cytostatika + ATRA (kyselina all-trans retinová) - úspěšnost u 90% nemocných

ATO + ATRA - úspěšnost u 90% nemocných

první onkologický lék, jehož účinnost není podepřena cytostatiky

Beryllium

Be (lat. *Beryllium*) - tvrdý, šedý kov

výskyt

- v přírodě pouze ve formě sloučenin **Be²⁺**
- v zemské kůře málo rozšířené (3-10mg/kg), beryl $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$
- vzácné odrůdy berylu drahokamy – smaragd, akvamarín

využití

- v jaderné energetice
- v metalurgii – slitiny, součásti letadel, kosmických lodí

Toxicita

- ▶ **elementární Be i sloučeniny vysoce toxické (T+),**
- ▶ **karcinogenní účinek** s latentní periodou 5 až 25 let
- poškozuje játra, ledviny, nervový systém, narušuje syntézu hemu
- vdechování prachu způsobuje onemocnění plic beryllioza (v popílku z uhlého prachu jsou až 4 % beryllia)
- rozpustné soli lokálně dráždí pokožku, simulují popáleniny I. a II. stupně



pokračování příště.....

d - prvky

